

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-213150

(43)Date of publication of application : 20.08.1996

(51)Int.Cl.

H01T 21/02

H01T 13/20

H01T 13/22

(21)Application number : 07-020758

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 08.02.1995

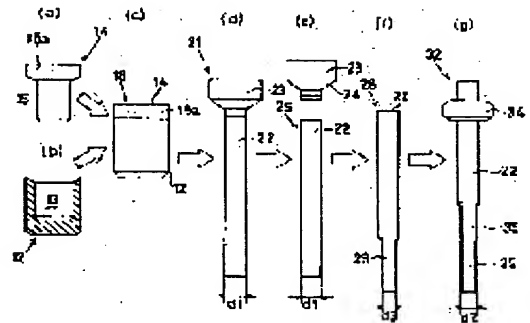
(72)Inventor : ANDO MINORU

(54) MANUFACTURE OF COMPOSITE ELECTRODE FOR SPARK PLUG

(57)Abstract:

PURPOSE: To restrain the increase of manufacturing cost by forming the small diameter section of the composite center electrode of a multipolar spark plug without a cutting process and preventing the occurrence of a nonconforming product, with a formation time reduced for the small diameter section.

CONSTITUTION: A copper core is tightly coupled to the inside of a nickel alloy billet to form the first composite material 18, and this material 18 is forward extruded, thereby preparing the second composite material 25 having an axial section 22 of d1 outer diameter. Then, the composite material 25 is forward extruded to form the third and stepped composite material 28 forward of the section 22 in such a state as having a small diameter section 29 of d3 outer diameter. Furthermore, the material 28 is extrusion molded to form the fourth composite material 32 having a medium diameter section 33 of d2 outer diameter between the axial section 22 and the small diameter section 29, thereby forming a composite center electrode. As a result, the small diameter section 29 of the composite center electrode can be formed without any cutting process, and various types of nonconformities due to a cutting process can be avoided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3454596

[Date of registration]

25.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-213150

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H01T 21/02

13/20

E

13/22

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願平7-20758

(22) 出願日 平成7年(1995)2月8日

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 安藤 実

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊
陶業株式会社内

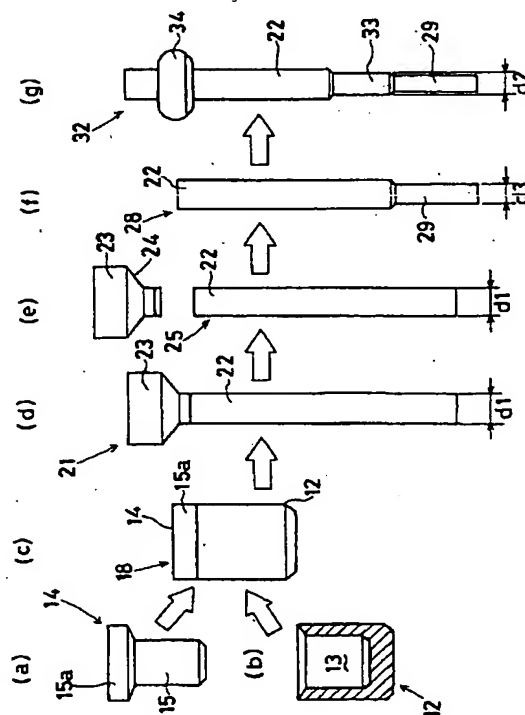
(74) 代理人 弁理士 石黒 健二

(54) 【発明の名称】 点火栓用複合電極の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 多極スパークプラグの複合中心電極の径小部29を切削加工することなく成形して、径小部29の成形時間の短縮を図りながらも、不良品の発生を防止することにより、製造価格の上昇を抑える。

【構成】 ニッケル合金製のピレット内に銅芯を緊密に嵌め込んで第1複合材18を形成し、その第1複合材18を前方押し成形して、外径がφd1の軸状部22を持つ第2複合材25を形成する。次に、第2複合材25を前方押し成形して、軸状部22よりも先端側に外径がφd3の径小部29を持つ段付の第3複合材28を形成し、その第3複合材28を押し成形して、軸状部22と径小部29との間に外径がφd2の径中部33を持つ第4複合材32を形成することにより、複合中心電極を成形する。これにより、複合中心電極の径小部29が切削加工することなく成形されるようになり、切削加工による各種の不具合を回避できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 耐熱性および耐食性に優れる第 1 金属材料からなるカップ内に、熱伝導性に優れる第 2 金属材料を有する第 1 複合材を形成する第 1 工程と、

(b) 前記第 1 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 1 複合材の先端側を細径化した軸状部と押出し成形を施さない残部を形成した後に、前記残部を除去した第 2 複合材を形成する第 2 工程と、

(c) 前記第 2 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 2 複合材の前記軸状部の先端を細径化した軸状の径小部を有する第 3 複合材を形成する第 3 工程と、

(d) 前記第 3 複合材に押通し成形を施すことにより、前記第 3 複合材の前記軸状部の径小部寄りを細径化して、前記径小部よりも太い径中部を形成し、且つ前記軸状部の後端部に鏝部を有する第 4 複合材を形成する第 4 工程とを備えた点火栓用複合電極の製造方法。

【請求項 2】 (a) 耐熱性および耐食性に優れる第 1 金属材料からなるカップ内に、熱伝導性に優れる第 2 金属材料を有する第 1 複合材を形成する第 1 工程と、

(b) 前記第 1 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 1 複合材の先端側を細径化した軸状部と押出し成形を施さない残部を形成した後に、前記残部を除去した第 2 複合材を形成する第 2 工程と、

(c) 前記第 2 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 2 複合材の前記軸状部の先端を細径化した軸状の径小部を有する第 3 複合材を形成する第 3 工程と、

(d) 前記第 3 複合材に鍛造成形を施すことにより、前記第 3 複合材の前記軸状部の外周に 2 個の平行面を有する第 4 複合材を形成する第 4 工程とを備えた点火栓用複合電極の製造方法。

【請求項 3】 (a) 耐熱性および耐食性に優れる第 1 金属材料からなるカップ内に、熱伝導性に優れる第 2 金属材料を有する第 1 複合材を形成する第 1 工程と、

(b) 前記第 1 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 1 複合材の先端側を細径化した軸状部と押出し成形を施さない残部を形成した後に、前記残部を除去した第 2 複合材を形成する第 2 工程と、

(c) 前記第 2 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 2 複合材の前記軸状部の先端を細径化した軸状の径小部を有する第 3 複合材を形成する第 3 工程と、

(d) 前記第 3 複合材に押通し成形を施すことにより、前記第 3 複合材の前記径小部の先端をさらに細径化して最径小部を形成し、且つ前記軸状部の後端部に鏝部を有する第 4 複合材を形成する第 4 工程とを備えた点火栓用複合電極の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、内燃機関の気筒に取り付けられて対向電極との間で火花放電が発生する点火栓用複合電極の製造方法に関するもので、特に後端側か

ら先端側に向かって外径が段階的に細径化された点火栓用複合中心電極または複合側方電極の製造方法に係わる。

【0002】

【従来の技術】従来より、複合中心電極は、以下の第 1 ～第 5 工程を行う製造方法（以下従来の製造方法と呼ぶ）にて製造されている。先ず、耐熱性および耐食性に優れる第 1 金属に塑性加工を施すことにより、後端のみ開口した軸方向穴を有するカップを形成する。さらに、熱伝導性に優れる第 2 金属に塑性加工を施すことにより、軸方向穴内に挿入可能な円柱部を有する芯材を形成する。次に、図 12 (c) に示したように、カップ {図 12 (b) 参照} の軸方向穴内に、軸芯 {図 12 (a) 参照} の円柱部を挿入することにより一体化して第 1 複合材 101 を形成する第 1 工程を行う。

【0003】次に、第 1 複合材 101 を前方押出し成形を施すことにより、図 12 (d) に示したように、先端側に軸状部 102 (外径 = $\phi d1$)、および前方押出し成形が施されない残部 103 を有する丸棒状の押出し成形体 104 を成形する。そして、図 12 (e) に示したように、押出し成形体 104 の残部 103 を含んだ部分 105 を切断して丸棒状の第 2 複合材 106 を形成する第 2 工程を行う。

【0004】次に、第 2 複合材 106 の軸状部 102 の先端側を押通し成形することによって、図 12 (f) に示したように、先端側に径中部 107 (外径 = $\phi d2$)、および後端側に鏝部 108 を有する段付の第 3 複合材 109 を形成する第 3 工程を行う。

【0005】次に、第 3 複合材 109 の軸状部 102 の径中部 107 の先端の外周を切削加工を施すことにより、図 12 (g) に示したように、径小部 110 (外径 = $\phi d3$) を有する段付の第 4 複合材 111 を形成する第 4 工程を行う。この第 4 複合材 111 の軸状部 102、径中部 107 および鏝部 108 は切削加工しない。

【0006】なお、従来の製造方法の特徴としては、図 12 (f) に示したように、第 3 工程で、第 2 複合材 106 の先端側を押通し成形を施して細径化し、後端側を鏝状に成形していた。この理由は、複合材であることもあって、 $\phi d1$ の軸状部 102 を $\phi d2$ の径中部 107 に押通し成形する場合の断面減少率（演算式は以下の数 1 の通り） $\varepsilon 1$ 、2 は経験上 2.1% が限界であった。それよりも、細い $\phi d3$ の径小部 110 は押通し成形を施すことができないので、第 4 工程で $\phi d2$ の一部を切削加工することにより $\phi d2$ の一部を $\phi d3$ に細径化していた。ここで、前方押出し成形とは金型（ダイス）内部に成形体が拘束されて押し出されること、押通し成形とは金型内部に成形体が拘束されず（一部食み出し）押し出されることを言う。

【数 1】

$$\varepsilon_{1.2} = \frac{\frac{\pi}{4}d_1^3 - \frac{\pi}{4}d_2^3}{\frac{\pi}{4}d_1^3} \times 100 (\%)$$

$$= 21\%$$

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の製造方法においては、第 4 工程で $\phi d2$ の一部を切削加工する場合でも、 $\phi d3$ の径小部 1 1 0 はかなり細いため、適切な切削速度を得るためには自動切削機のスピンドルの回転速度を高速化する必要があるが、自動切削機のように、停止→加速→切削→減速→停止という運転サイクルの繰り返しでは、1 個の第 3 複合材 1 0 9 を所定の切削時間（例えば 4 秒間）で切削加工して第 4 複合材 1 1 1 を成形するピースタイムの兼ね合いもあり、自動切削機のスピンドルの回転速度を高速化するにも限界があった。

【 0 0 0 8 】すなわち、スピンドルの回転速度を、上げ、下げするには、図 1 3 のタイムチャートに示したように、時刻 $t 1 \rightarrow$ 時刻 $t 2$ の所要時間 $t a$ 、時刻 $t 3 \rightarrow$ 時刻 $t 4$ の所要時間 $t b$ が多く必要となり、結果的にピースタイムが長くなる。そのため、最適な切削速度が得られず、被切削面の面粗度が悪く、切削バイトの欠けも発生し、不良品が多発することにより製造コストが上昇するという問題が生じている。また、寸法精度も悪く、切削バリの発生による問題も生じている。

【 0 0 0 9 】この発明は、径小部を切削加工することなく成形して、径小部の成形時間の短縮化を図りながらも、不良品の発生を防止することにより、製造価格の上昇を防止することが可能な点火栓用複合電極の製造方法の提供を目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、耐熱性および耐食性に優れる第 1 金属材料からなるカップ内に、熱伝導性に優れる第 2 金属材料を有する第 1 複合材を形成する第 1 工程と、前記第 1 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 1 複合材の先端側を細径化した軸状部と押出し成形を施さない残部を形成した後に、前記残部を除去した第 2 複合材を形成する第 2 工程と、前記第 2 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 2 複合材の前記軸状部の先端を細径化した軸状の径小部を有する第 3 複合材を形成する第 3 工程と、前記第 3 複合材に押通し成形を施すことにより、前記第 3 複合材の前記軸状部の径小部寄りを細径化して、前記径小部よりも太い径中部を形成し、且つ前記軸状部の後端部に鏝部を有する第 4 複合材を形成する第 4 工程とを備えた点火栓用複合電極の製造方法を採用した。

【 0 0 1 1 】請求項 2 に記載の発明は、耐熱性および耐食性に優れる第 1 金属材料からなるカップ内に、熱伝導性

に優れる第 2 金属材料を有する第 1 複合材を形成する第 1 工程と、前記第 1 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 1 複合材の先端側を細径化した軸状部と押出し成形を施さない残部を形成した後に、前記残部を除去した第 2 複合材を形成する第 2 工程と、前記第 2 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 2 複合材の前記軸状部の先端を細径化した軸状の径小部を有する第 3 複合材を形成する第 3 工程と、前記第 3 複合材に鍛造成形を施すことにより、前記第 3 複合材の前記軸状部の外周に 2 個の平行面を有する第 4 複合材を形成する第 4 工程とを備えた点火栓用複合電極の製造方法を採用した。

【 0 0 1 2 】請求項 3 に記載の発明は、耐熱性および耐食性に優れる第 1 金属材料からなるカップ内に、熱伝導性に優れる第 2 金属材料を有する第 1 複合材を形成する第 1 工程と、前記第 1 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 1 複合材の先端側を細径化した軸状部と押出し成形を施さない残部を形成した後に、前記残部を除去した第 2 複合材を形成する第 2 工程と、前記第 2 複合材に前方押出し成形を施すことにより、前記第 2 複合材の前記軸状部の先端を細径化した軸状の径小部を有する第 3 複合材を形成する第 3 工程と、前記第 3 複合材に押通し成形を施すことにより、前記第 3 複合材の前記径小部の先端をさらに細径化して最径小部を形成し、且つ前記軸状部の後端部に鏝部を有する第 4 複合材を形成する第 4 工程とを備えた点火栓用複合電極の製造方法を採用した。

【 0 0 1 3 】

【作用および発明の効果】請求項 1 に記載の発明によれば、耐熱性および耐食性に優れる第 1 金属材料内に、熱伝導性に優れる第 2 金属材料を挿入することにより、第 1 複合材が形成される。次に、この第 1 複合材に前方押出し成形を施すことにより、第 2 複合材が形成される。このとき、第 2 複合材には、第 1 複合材の先端側を細径化した軸状部と押出し成形を施さない残部が形成された後に前記残部が除去される。

【 0 0 1 4 】次に、この第 2 複合材に前方押出し成形を施すことにより、第 3 複合材が形成される。このとき、第 3 複合材には、第 2 複合材の軸状部の先端を細径化した軸状の径小部が形成される。次に、この第 3 複合材に押通し成形を施すことにより、第 4 複合材が形成される。このとき、第 4 複合材には、第 3 複合材の軸状部の径小部寄りを細径化した径中部が形成され、且つ軸状部の後端部に鏝部が形成される。また、その径中部は、軸状部よりも細く、径小部よりも太く形成される。したがって、第 3 工程にて、複合電極の径小部を切削加工することなく成形できるので、径小部の成形時間の短縮化を図りながらも、不良品の発生を防止できる。これにより、複合電極（中心電極）の製造価格の上昇を抑えることができる。

【0015】請求項2に記載の発明によれば、耐熱性および耐食性に優れる第1金属材料内に、熱伝導性に優れる第2金属材料を挿入することにより、第1複合材が形成される。次に、この第1複合材に前方押出し成形を施すことにより、第2複合材が形成される。このとき、第2複合材には、第1複合材の先端側を細径化した軸状部と押出し成形を施さない残部が形成されると共に、前記残部が除去される。

【0016】次に、この第2複合材に前方押出し成形を施すことにより、第3複合材が形成される。このとき、第3複合材には、第2複合材の軸状部の先端を細径化した軸状の径小部が形成される。次に、この第3複合材に鍛造成形を施すことにより、第4複合材が形成される。このとき、第4複合材には、第3複合材の軸状部の外周に2個の平行面が形成される。したがって、第3工程にて、複合電極の径小部を切削加工することなく成形できるので、径小部の成形時間の短縮化を図りながらも、不良品の発生を防止できる。これにより、複合電極（側方電極）の製造価格の上昇を抑えることができる。

【0017】請求項3に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明と同じ第3工程において、第3複合材を形成した後に、第3複合材を押通し成形を施すことにより、径小部の先端をさらに細径化した最径小部と後端部に鈹部を有する第4複合材が形成される。したがって、この第4複合材は請求項1に記載の径小部より複合電極（例えば中心電極）の先端径をさらに細くする場合に効果的に工程を増すことなく成形することができる。

【0018】

【実施例】この発明の点火栓用複合電極の製造方法を図に示す実施例に基づき説明する。

【0019】（第1実施例の製造方法）図1ないし図8はこの発明の第1実施例を示したもので、図1は2極スパークプラグ用の複合中心電極の製造方法を示した工程図である。

【0020】（第1製造工程、カップ成形工程）初めに、耐熱性および耐食性に優れたニッケルまたはニッケル合金等の第1金属材料製の線材から円柱状の素材を切断する。そして、図2に示したように、この素材を金型1の丸穴1a内に挿入してパンチ2で平行打ちすることによって、断面形状が円柱形状のビレット3を形成する。このとき、ビレット3の先端部の外周には円弧状のコーナー4が形成され、ビレット3の後端面には平坦面5が形成される。なお、ニッケル合金としては、例えば8重量%のFe、16重量%のCr、0.2重量%のCu、75.8重量%のNiよりなるインコネル600（商標名）、Ni-Mn-Si合金、Ni-Mn-Si-Cr合金、Ni-Mn-Si-Cr-Al合金等を用いることができる。ここで、2aは成形後のビレット3を金型1の丸穴1a内から突き出すためのキックアウトピンである。

【0021】（第2製造工程、カップ成形工程）次に、図3に示したように、このビレット3を金型6の丸穴6a内に挿入してパンチ7で穿つことによって、断面形状が円柱形状のビレット8を形成する。このとき、ビレット8の後端面には略円形状の下孔9が形成される。ここで、7aは成形後のビレット8を金型6の丸穴6a内から突き出すためのキックアウトピンである。

【0022】（第3製造工程、カップ成形工程）次に、図4に示したように、このビレット8を金型10の丸穴10a内に挿入して下孔9をパンチ11でさらに穿つことによって、図1（b）に示したように、断面形状が円筒形状のカップ12を形成する。このとき、カップ12の内部には、先端が閉塞され、後端が開いた軸方向穴（凹部）13が形成される。ここで、11aは成形後のカップ12を金型10の丸穴10a内から突き出すためのキックアウトピンである。

【0023】（第4製造工程、軸芯成形工程）一方、熱伝導性に優れた銅または銅合金等の第2金属材料に塑性加工を施すことにより、図1（a）に示したように、断面形状が円柱形状の軸芯14を形成する。この軸芯14には、先端側にカップ12の軸方向穴13の深さよりやや長い軸方向寸法で、且つ軸方向穴13の内径とほぼ同じ外径を持つ軸状の円柱部15、および後端側に円柱部15より外径が大きい円板部15aが形成される。

【0024】（第5製造工程、第1複合材成形工程）次に、図5に示したように、カップ12の軸方向穴13内に軸芯14の円柱部15を遊嵌した嵌合体を、金型17の丸穴17a内に挿入してパンチ16で平行打ちすることによって、図1（c）に示したように、第1複合材18を形成する。このとき、軸芯14は、円板部15aが軸方向穴13の後端面より突出した状態でカップ12内に緊密に保持される。以上が請求項1に記載の発明の第1工程に相当する。ここで、16aは成形後の第1複合材18を金型17の丸穴17a内から突き出すためのキックアウトピンである。

【0025】（第6製造工程、第1押出し成形工程）次に、図6に示したように、第1複合材18を金型19の丸穴19a内に挿入してパンチ20で押し込んで前方押出し成形することによって、第1複合材18の先端側を細径化して、図1（d）に示したように、丸棒状の押出し成形体21を形成する。この押出し成形体21の先端側には第1複合材18より外径が小さい丸軸状の軸状部（φd1：例えばφ2.6）22が形成され、後端側には前方押出し成形が施されない残部23が形成される。

【0026】（第7製造工程、切断工程、第2複合材成形工程）次に、押出し成形体21の後端側の残部23を含む部分24を切断することにより、図1（e）に示したように、軸状部22を有する第2複合材25を形成する。以上が請求項1に記載の発明の第2工程に相当する。

【0027】（第8製造工程、第3複合材成形工程、第2押出し成形工程）次に、図7に示したように、第2複合材25を金型26の丸穴26a内に挿入してパンチ27で押し込んで前方押出し成形することによって、第2複合材25の軸状部22の先端側をさらに細径化して、図1（f）に示したように、段付の第3複合材28を形成する。この第3複合材28の軸状部22の先端側には、軸状部22よりも外径が小さい丸軸状の径小部（φd3：例えばφ2.0）29が成形される。以上が請求項1に記載の発明の第3工程に相当する。

【数2】

$$\begin{aligned} \varepsilon_{1,3} &= \frac{\frac{\pi}{4}d_1^2 - \frac{\pi}{4}d_3^2}{\frac{\pi}{4}d_1^2} \times 100 \\ &= \frac{\frac{\pi}{4}(2.6)^2 - \frac{\pi}{4}(2)^2}{\frac{\pi}{4}(2.6)^2} \times 100 \\ &= 40.8\% \end{aligned}$$

このときの断面減少率ε1、3は、上記の数2の式の通りで、40.8%となり、径小部29の押出し成形はできないが押出し成形は可能となる。

【0028】（第9製造工程、第4複合材成形工程、押出し成形工程）次に、図8に示したように、第3複合材28を丸穴形状の金型30の丸穴30a内に挿入してパンチ31で押し込んで押出し成形することによって、第3複合材28の軸状部22の先端側をさらに細径化して、図1（g）に示したように、2段付の第4複合材32を形成する。この第4複合材32の軸状部22と径小部29との間には、軸状部22よりも外径が小さく、径小部29よりも外径が大きい段部としての丸軸状の径中部（φd2：例えばφ2.5）33が成形され、且つ第4複合材32の後端側には鍔部34が成形される。第4複合材32は複合中心電極41（図9参照）として使用される。以上が請求項1に記載の発明の第4工程に相当する。ここで、31aは成形後の第4複合材32を金型30の待つ穴30aから突き出すためのキックアウトピンである。

【0029】（点火栓の構成）図9はこの実施例の製造方法によって製造された複合中心電極41を持つ内燃機関用2極スパークプラグ（点火栓）42の火花放電部を示した半断面図である。

【0030】この内燃機関用2極スパークプラグ42は、アルミナ等の焼結体よりなる筒状の絶縁碍子43、この絶縁碍子43を保持する筒状の主体金具44、およびこの主体金具44の先端面に溶接された2極の側方電極45等から構成されている。なお、複合中心電極41

は、絶縁碍子43の先端面より少なくとも径小部29が突出した状態で、軸孔46内に挿入されている。また、2極の側方電極45の先端面は、複合中心電極41の先端部の側面との間に火花ギャップを形成する。

【0031】〔第1実施例の効果〕以上のように、この実施例では、図1に示したように、複合中心電極41の径小部29を前方押出しによる塑性加工により成形できるので、切削加工が不要となる。これにより、切削加工による各種の不具合を回避することができる。例えば削り屑がなくなるので高価なニッケル（Ni）合金材の材料費低減の他に複合材の被切削面の面粗度の悪化、切削バイトの欠けの発生を防止でき、不良品の多発を抑えることができる。また、寸法精度の悪化や切削バリの発生を招くこともない。さらに、1個の複合中心電極41の製造時間を短縮することができるので、ピースタイムを短縮することができる。したがって、材料費の低減、不良品の多発を抑え、自動切削機が不要となり、さらにピースタイムを短縮できるので、製造コストを軽減することができる。

20 【0032】〔第2実施例〕図10はこの発明の第2実施例を示したもので、複合側方電極の製造方法を示した工程図である。

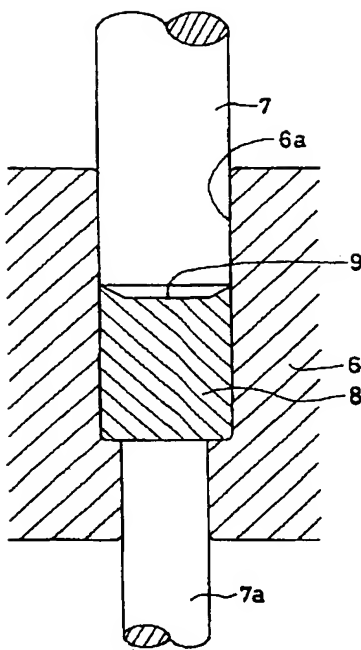
【0033】この実施例では、第1実施例の製造方法を用いて、図10（f）に示したように、軸状部22よりも外径が小さい円柱状の径小部29を有する第3複合材28を形成した後に、第3複合材28の軸状部22を鍛造加工することによって、図10（g）に示したように、軸状部22の外周に2個の平行面35を有する第4複合材36を形成する。この第4複合材36は多極スパークプラグの複合側方電極として使用される。

【0034】〔第3実施例〕図11はこの発明の第3実施例を示したもので、複合中心電極の製造方法を示した工程図である。

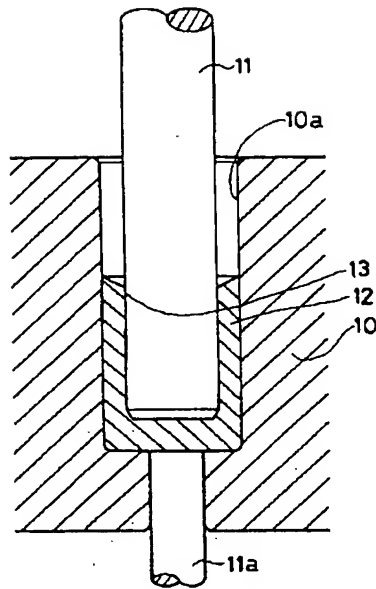
【0035】この実施例では、第1実施例の製造方法を用いて、図11（f）に示したように、軸状部22よりも外径が小さい円柱状の径小部29（例えば外径d3＝2.0mm）を有する第3複合材28を形成した後に、第3複合材28に押出し成形を施すことにより、径小部29の先端を、外径がさらに細い最径小部37（例えば外径d4＝1.8mm）となるように成形し、且つ軸状部22の後端部に鍔部34を成形して第4複合材38を形成する。なお、この第4複合材38の断面減少率は19%であり、押出し加工は可能である。

【0036】〔変形例〕この実施例では、本発明を、第1金属材と第2金属材とを一体化した複合中心電極41または複合側方電極の製造方法に用いたが、本発明を、第1金属材と第2金属材とを一体化し、さらに第2金属材内に熱伝導性に優れる純ニッケル（Ni）等の第3金属材を封入した複合中心電極または複合側方電極の製造方法に用いても良い。また、第2金属材（Cu、Cu合

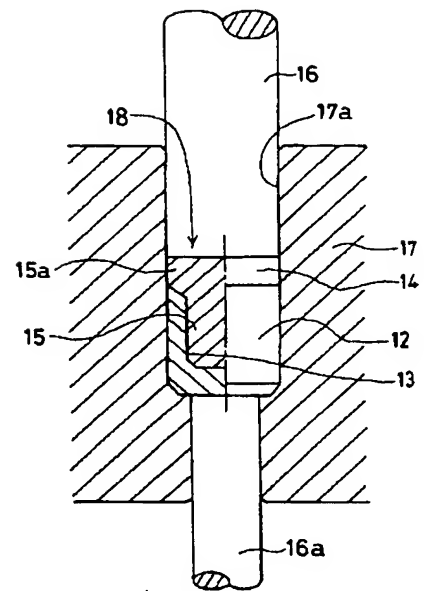
【図 3】



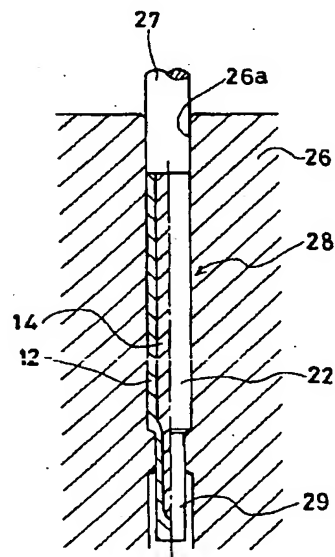
【図 4】



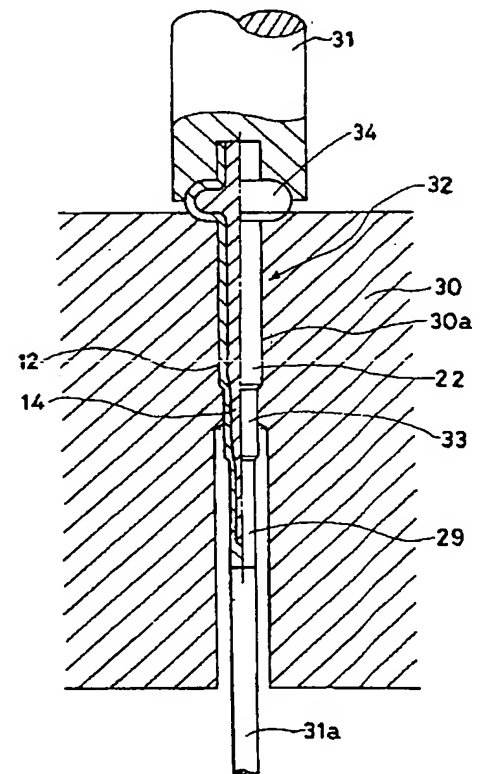
【図 5】



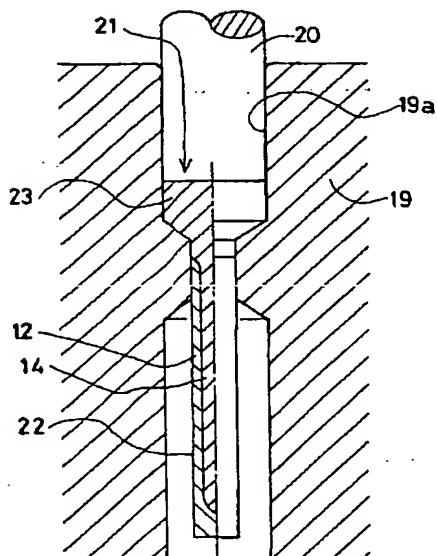
【図 7】



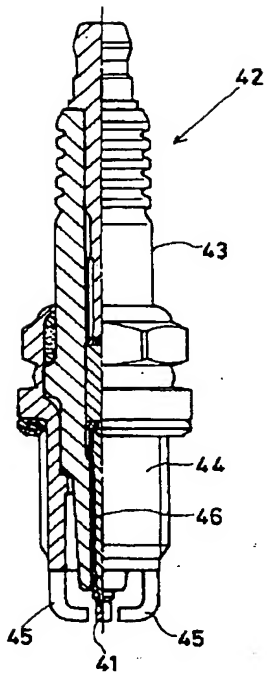
【図 8】



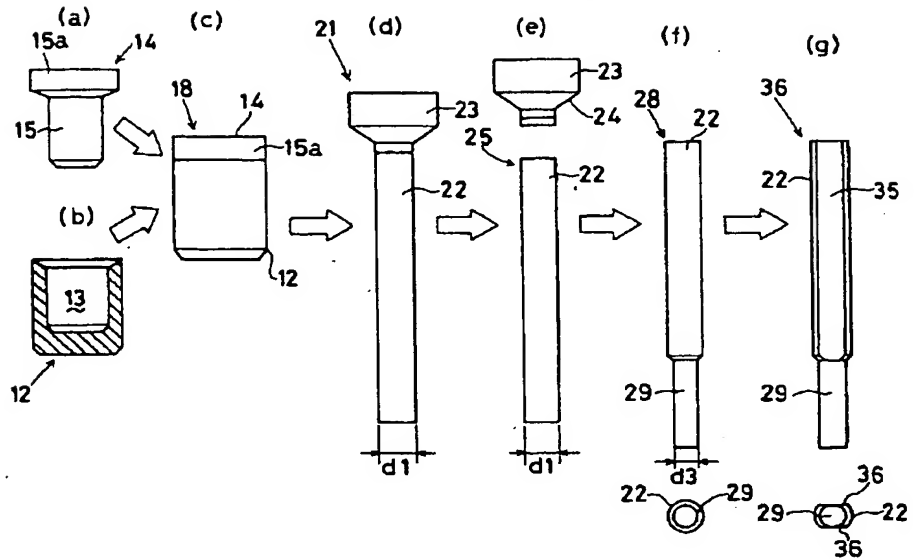
【図 6】



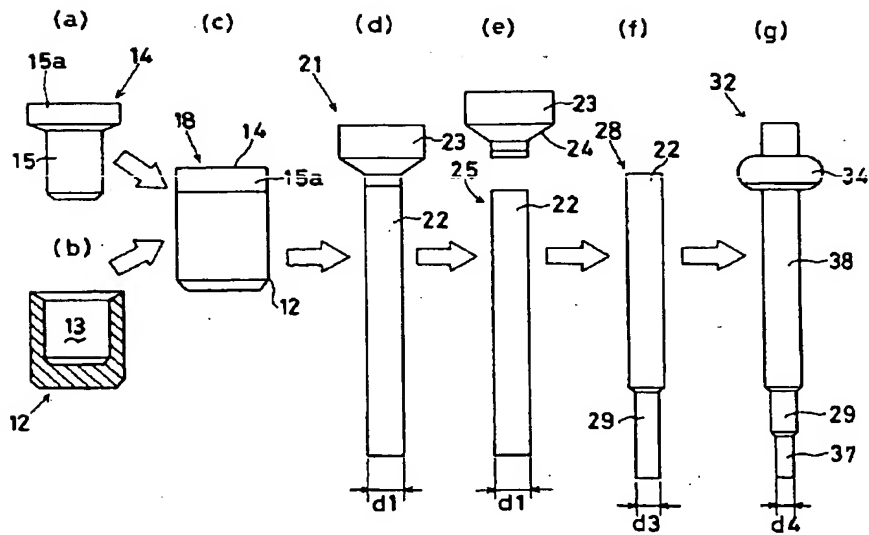
【図 9】



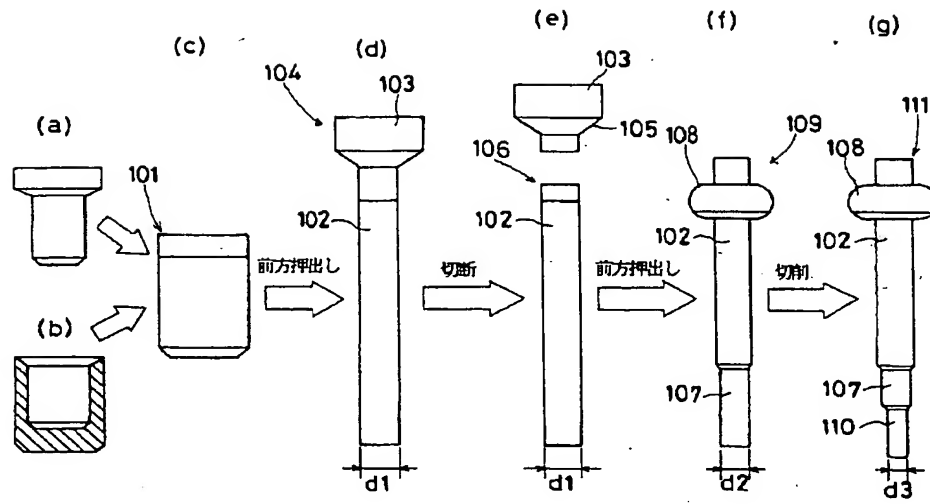
【図 10】



【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】

